文 書 番 号	UM 24902	0
NETIS 登録番号	TS-020002-V	0

土木機械用作業員接近探知・警報システム『トラぽん太』
UM-300G2／UM500G2型

取 扱 説 明 書

2012年7月

有限会社　アムカ

144-0047　東京都大田区萩中3-12-4
TEL:03-5735-9070　FAX:03-5735-9075

目　次

第1章　システムの概要

このシステムは、土木・建設機械と作業員が協力して作業をおこなう作業環境で、オペレータおよび作業員の安全確認作業を援助（補助）する目的の製品です。
オペレータから見えにくい機械の陰に作業員が接近し接触の危険が生じた場合に、超音波を利用して速やかに危険を探知し、オペレータと作業員の双方に音と光（作業員には音のみ）の警報を発信して回避行動を行わせることにより、安全性の向上を図かろうとするものです。

このシステムの探知対象は、建設機械の近くにいる「レスポンサ」（建設機械から発信する超音波信号に応答する装置）を装着した作業員に特定されています。機械周辺の構造物やレスポンサを装着していない人物などは検知の対象としておりません。同時に、「レスポンサ」の電源スイッチを入れ忘れたり、「レスポンサ」そのものに不備がある場合にも相手を検知することはできません。

このシステムは空中超音波を利用しているため、他の超音波機器と同じように超音波が持っている物理的な制約や使用環境による性能上の限界があります。したがって、第２章の「ご使用になる前に」および「警告事項」をよくお読みになり、理解された上で使用頂くようお願いします。

UM-300G2型は、特に油圧ショベル等広角度範囲の探知に適したシステムです。
UM-500G2型は「同期用無線装置」を装着して、車両が20m以内に接近して作業を行う時に生じる超音波干渉による不規則警報を解消した製品で、車両の輻輳が予測される現場にお勧めします。

第2章　ご使用になる前に（必ずお読み下さい）

このシステムのご使用に当たっては、以下の点にご注意ください。
ここに示した注意事項は、システムを正しく活用する上で重要な内容を記載していますので、必ずお読みになり、これを守って使用下さるようお願い致します。

このシステムは、建設機械のオペレータと機械周辺の作業員が行う安全確認の作業を補助する目的の製品です。
このシステムを装備したからといって、安全な作業が自ずと保証されるものではありません。
ご使用に当たっては、従来どおり安全確認のルールを必ず遵守して作業を行ってください。

このシステムの検知・警報機能は、機器の構成や性質から性能上の限界があります。例えば、作業員の「レスポンサ」に取り付けた超音波センサの数や取付け位置には限りがあり、監視エリアの中に居ても全ての姿勢に対して警報を出すことはできません。

ご使用の前には必ず取扱説明書を熟読し、本システムの性能の限界や警告事項、注意事項をよく認識された上で現場使用上の計画を策定し、作業を実施されるようお願い致します。

下記の警告事項および注意事項はこのシステムを使用する上での性能上あるいは環境の変化に対する限界を記載したものです。ここに記載した内容と異なってシステムを使用した場合に起きるトラブルについては、弊社では責任を負い兼ねますので予めご了承下さい。

2.1 警告事項

①作業開始前、作業再開時における適時の動作確認を、作業手順の中で義務づけるようにしてください。	機器の故障やレスポンサの電源スイッチ入れ忘れなどによりシステムが機能していない恐れがあります。 必ず作業開始前に動作確認を行って使用してください。
②本システムでは、レスポンサの良好な作動が作業員を検知できる条件であることを個々の作業員に良く認識してもらった上で使用して下さい。	本システムは人物自体を検知するものではなく、作業員等が装着する「レスポンサ」を検知するものです。 下記の事例では対象物の検知はできません。 1) レスポンサを装着していない人や構造物。 2) レスポンサの電源スイッチが入っていない場合。 3) レスポンサの電池が切れている場合。 4) レスポンサ自体が故障している場合。 5) 防寒具、雨具等がレスポンサの超音波センサ部分を覆っている場合。
③次のような状況の時には機器が正常に作動しない場合があります。 1) エリアセンサに泥や雪、異物が詰まっている。 2) 強い雨や雪が降っている。 3) エリアセンサが凍結している。 4) 岩石、土砂等でエリアセンサが変形している 5) 車両と作業員が20km/h以上の相対速度で接近する。	⇒使用できません。雪や泥は水道水で洗い落とし、乾燥させた後に動作を確認してから使用して下さい。 ⇒小雨以外は機器の性能に影響します。やむを得ない場合はこまめに動作を確認しながら使用して下さい。 ⇒使用出来ません。解凍・乾燥後に使用して下さい。 ⇒エリアセンサを交換して下さい。やむを得ない場合は動作確認を行ってから使用して下さい。 ⇒検知機能が低下する可能性があります。 ご使用の際は、製造者責任の適用範囲外とします。
自己点検機能による警報が発生した場合には、トラブルシューティングにしたがって原因を調査の上、対策が終わってから作業を再開して下さい。	★送信系の自己点検警報 ⇔ ブザーが連続して鳴ります ・送信出力が低下している場合。 ・センサケーブルが断線している場合。 ★受信系の自己点検警報 ⇔ ブザーが鳴り続けます。 ・受信感度が低下した場合。 ・距離計測機能が不能になった場合。 ・電源入力電圧が10V以下に低下した場合。
レスポンサの電源スイッチ操作法と自己点検警報の内容を、装着する作業員の全員に徹底させて下さい。	★電源スイッチの操作 ・作業開始時にスイッチ「ON」にする。 ブザーが約1秒間鳴り、ブザー下部のLEDが約1.5秒間隔で点滅する。作業終了時スイッチOFFする。 ★自己点検警報 ⇔ バッテリ電圧が低下したときブザーが鳴り続け、点滅中のLEDが消灯する。

2.2 注意事項

このシステムは精密機器です。特に、作業員が装着する「レスポンサ」は泥水の中に放置したり踏みつけたり、プリント基板に触れることは絶対にしないで下さい。	破損や損傷の疑いが生じた場合には、必ず動作確認を行った後に使用して下さい。
「レスポンサ」は乾電池で作動しています。作業が終了したら電源スイッチをOFFにして電池の節約をはかって下さい。	乾電池は単四型アルカリ電池2本を使用し、寿命は20℃の環境下で約2週間です。（電池の種類や環境温度で異なります） 電圧の低下をブザーの音で確認したら速やかに新品と交換して下さい。

第3章　動作原理

このシステムは、超音波パルストランスポンダ方式を採用しています。トランスポンダ方式とは「応答式」あるいは「応答通信式」を意味します。図3-1に本方式の機能ブロック図を示します。

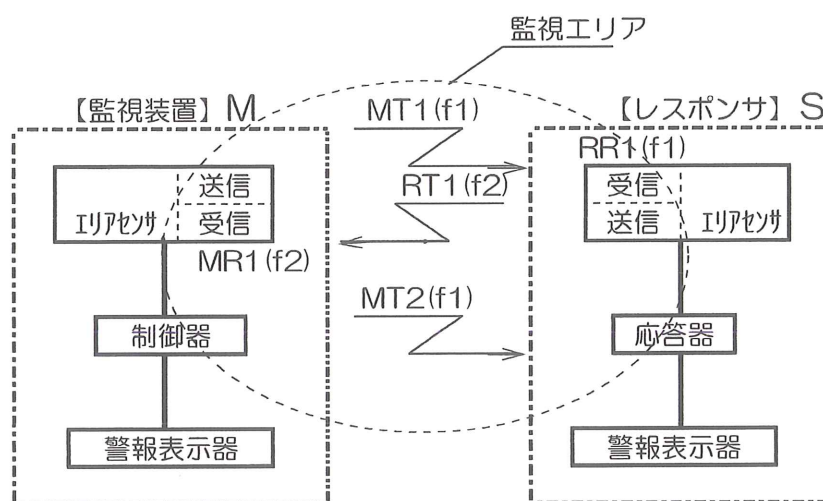



図3-1　トランスポンダ方式機能ブロック図

1) まず監視装置（以下Mと称します）から周波数f1の超音波パルス信号を周期Tで発信します。これをMの第１次発信とし、記号MT1で表します。
2) このMT1信号は、Mとレスポンサ（以下Sと称します）間の距離に見合った時間の分遅れてSで受信されます。この受信信号を記号RR1で表します。
3) 信号RR1を受信したSは、信号処理後、周波数f2のパルス信号RT1をMに発信します。
   Mは継続してMT1の信号を発信しており、Sは通常受信スタンバイの状態で待機しており、このMT1信号を受信したときだけ応答信号であるRT1を発信します。
4) 信号RT1は超音波が伝わる時間の分遅れてMで受信されます。この信号をMR1とします。
   Mは最初の発信信号MT1からMR1を受信するまでの時間をもとにSとの距離を計算

し、この距離が予め設定した範囲内にあることを確認したとき、自らの警報表示器をを駆動させます。

5) Sの検知を確認したMは、これを起点として再び周波数f1の信号をSに対して発信します。Mのこの第2次発信信号を、記号MT2で表します。
6) 信号MT2はSで受信されます。この信号はRR2となって今度はSの警報表示器を駆動させます。これはMとSが同じ監視エリアをお互いに確認したことを意味します。

このようにして、Mを建設機械側、Sを作業員側として構成すれば、建設機械の監視エリア内に作業員が進入したことを建設機械のオペレータと作業員が同時に確認することができ、接近検知・警報システム等への応用が可能になります。

第4章　基本仕様

このシステムの基本性能・仕様は下記の通りです。

1. 動作方式	超音波パルストランスポンダ式『オペレータ・作業員相互危険認識型』
2. 検知遅延時間	約0.3 秒
3. 使用周波数	監視装置側・・送信 28kHz ± 0.3kHz,　受信 21kHz ± 0.3kHz レスポンサ側・送信 21kHz ± 0.3kHz,　受信 28kHz ± 0.3kHz
4. 監視エリア	監視エリア用のエリアセンサは60°型、30°型があります。 エリアの範囲は次の通りです。(第6章監視エリアの形成を参照) ★60°形：距離10mにおける水平角が60°垂直角が60°の範囲 ★30°形：距離10mにおける水平角が30°垂直角が60°の範囲
5. 監視エリア内の距離区分	監視エリア内は「危険エリア」および「危険予知エリア」の2つに区分しています。「危険エリア」はオペレータと作業員の両方に警報を出し、「危険予知エリア」は作業員だけに警報します。
6. 監視エリアの距離設定	「危険エリア」は 3m, 4m, 5m, 6m, 8m, 10m, の6段階に設定可。 「危険予知エリア」は危険エリアの外側1m, 2m, 3m の3段階設定可。
7. 距離精度	±0.5m以下(気温20℃)
8. 警報	オペレータにはブザー音と赤色ランプを点滅して表示します。 ブザーの音量は82dBA/1m以上、音量は連続で可変できます。 作業員にはブザー音で警報します。ブザー音量は85dBA／10cm以上。
9. 電源	警報装置の電源は11～32V.DC。消費電力2.5W以下
10. 自己チェック機能	★次の状態の時ブザーが連続して発音し、機器にトラブルが発生したことを知らせます。 ・距離計測機能が損なわれたとき ・電源入力電圧が約10V以下に低下したとき ・制御器の送信出力が低下したとき ・エリアセンサへのセンサケーブルが断線または接触不良のとき

11. 耐環境性能	(下表)

項 目	警報装置	エリアセンサ	レスポンサ
使用温度	-30℃～60℃	-20℃～60℃	-10℃～60℃
湿　　度	95%RH, 50℃	同左	同左
振　　動	10G,3軸各2時間	同左	----------
衝　　撃	30G/11ms	同左	----------
保存温度	-40℃～100℃	同左	同左
防塵防水	IP65	耐塵。耐水構造	耐塵・小雨雪可

12. レスポンサの基本性能

1) たすき（Vチョッキ）型レスポンサ（型式：UM3G-RU-TL2）

★平面指向特性・・・無指向（距離2m、エリアセンサ正面）

★垂直指向特性・・・±45°（距離2m、エリアセンサ正面）

★電源バッテリ・・2.4V～3.2V.DC。単4形1.5Vアルカリ電池2本
電池寿命は約2週間（気温20℃）

★電源チェック
- ◆ 電源スイッチを「ON」にしたときブザーが約1秒間鳴って止まれば正常。
- ◆ 電源スイッチを「ON」にしたときブザー下部のLED（赤色）が約1.5秒間隔で点滅を続ければ正常。
- ◆ 電源スイッチを「ON」にして、監視エリアの外でブザーが連続して鳴る時はバッテリ電圧が低下。バッテリを交換すること。
- ◆ 電源スイッチを「ON」にして何も音が出ない時またはLEDが点灯しないときはバッテリ電圧が喪失。バッテリを交換すること。

★警報　・・・車両の「危険エリア」および「危険予知エリア」に入ったときブザーが警報音を発信し、ブザー下部のLED（赤色）が短い間隔で点滅します。
ブザーの音量は最大85dB/10cm。
音量の切り替え無し。

第5章 システムの構成品目

システムの標準構成品目および型式名を表5-1に、外観図を図5-1に示します。。

表5-1 システム構成品目表（標準品）

番号	ユニット名	型 式 名	数量	質量(g/1台)	備　考
【 建設機械装着ユニット 】					
1	警報装置	UM3G2-CDU	1	450	
2	エリアセンサ	UM3G-TD-60	2	450	水平60° ×垂直60°
3	センサケーブル	UM3G-SC-5	2		3芯：ケーブル長5m
4	センサケーブル	UM3G-SC-3	1		3芯：ケーブル長3m
5	電源ケーブル	UM3G-PC2	1		

【 作業員装着ユニット 】					
6	レスポンサ	UM3G-RU-TL2	n	380	たすき（Vチョッキ型）

①警報装置
（UM3G2-D-CDU）

②エリアセンサ×2台
（UM3G-TD-60×60）

⑥応答装置
（UM3G-RU-TL2）

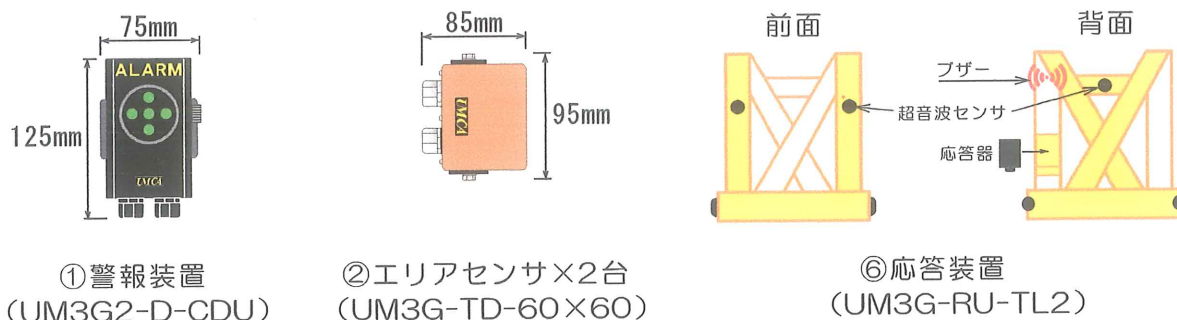



図5-1 ユニット外観図

5.1 警報装置

システム動作の基準となる超音波信号を制御し、レスポンサの検出や距離計測を行います。予め設定したエリア内に作業員が進入すると警報機能（警報音とLEDランプ）を駆動します。車両の運転席から近く、ランプの見やすい位置に装備します。

5.2 エリアセンサ

警報装置から送られた電気信号を超音波信号に変換して送信し、またレスポンサからの超音波応答信号を受信して電気信号に変換して警報装置に送ります。
応答通信の出入り口に位置するユニットです。

警報装置とコネクタ付きのケーブルで接続し、車両の危険区域の方角に向けて装備します。検知幅の異なる2種類のエリアセンサは、危険区域の広さ（幅）に応じ選択して使用します。1台の警報装置でエリアセンサを4台まで駆動できます。

5.3～5.4 センサケーブル

警報装置とエリアセンサを接続するケーブルです。全て防水コネクタで出来ています。

ケーブル長は表5-1が標準ですが、必要に応じ製作します。

5.5 電源ケーブル

警報装置と車両の電源とを接続するケーブルです。車両電源は必ずメインキースイッチ後の電源を使用して下さい。（警報装置には電源スイッチは付いておりません）

また、車両のシガーライター用ソケットを使用する電源ケーブルをオプションで用意します。

5.6.1 レスポンサ（たすき型）

光の反射布をたすき形に組んだVチョッキに超音波応答システムを装着したものです。

作業員がこれを着用し、ポケット内応答器の電源スイッチを入れて車両の監視エリア内に進入すると検知が行われる仕組みです。レスポンサは衝突を避けたい構造物にも応用できます。

第6章 監視エリアの形成

監視エリアの距離は警報装置内のスイッチで設定し、幅はエリアセンサを選択して行います。

6.1 監視距離の設定方法

下図の設定要領により警報装置内で行います。

・「危険エリア」の距離設定は、基盤上のＤＩＰスイッチで行ないます。
・ＤＩＰスイッチは１番から６番まで６段階あり、その内のどれかを「ON」にすることで設定距離を決定します。
対応する設定距離は以下の通りです。

・１番だけを「ON」→危険エリア　３ｍ設定
・２番だけを「ON」→危険エリア　４ｍ設定
・３番だけを「ON」→危険エリア　５ｍ設定
・４番だけを「ON」→危険エリア　６ｍ設定
・５番だけを「ON」→危険エリア　８ｍ設定
・６番だけを「ON」→危険エリア１０ｍ設定

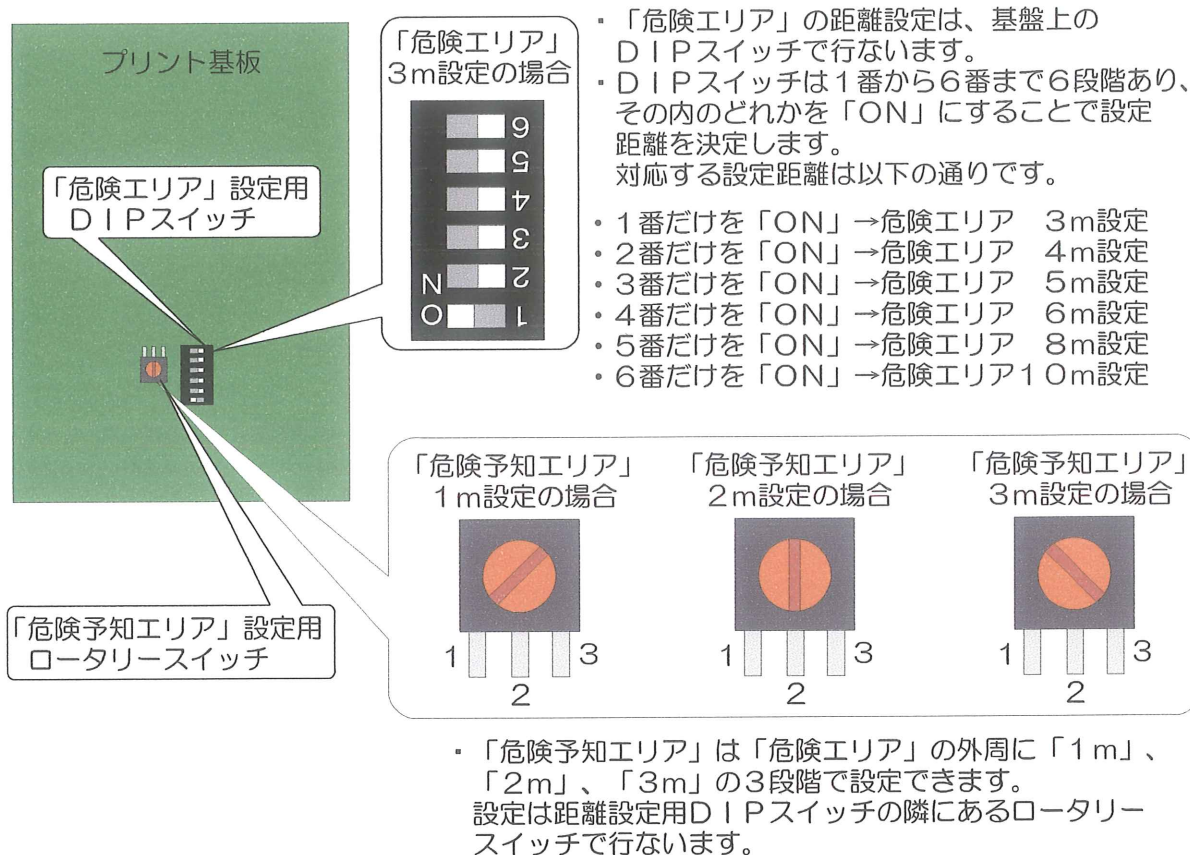
・「危険予知エリア」は「危険エリア」の外周に「１ｍ」、「２ｍ」、「３ｍ」の３段階で設定できます。
設定は距離設定用ＤＩＰスイッチの隣にあるロータリースイッチで行ないます。

6.2 監視エリアの幅の設定

図6-2-1に60°型エリアセンサ、図6-2-2に30°型エリアセンサで形成できる監視エリアを示します。希望する監視エリアの幅に応じたエリアセンサをご使用下さい。

一般的には油圧ショベルなど旋回体を持つ車両には60°型を、ローラーなど前後運動を基本とする車両には30°型を使用します。さらに細かく設定したいときは、制御器内にある「感度切り替えスイッチ」でHもしくはLのレベルを切替えて行います。

（平面図）

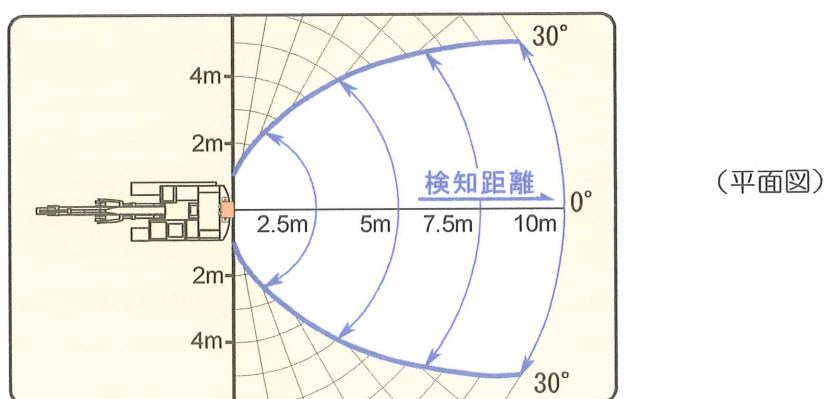



図6-2-1　60°型エリアセンサの代表的監視エリア図（感度：H）

（平面図）

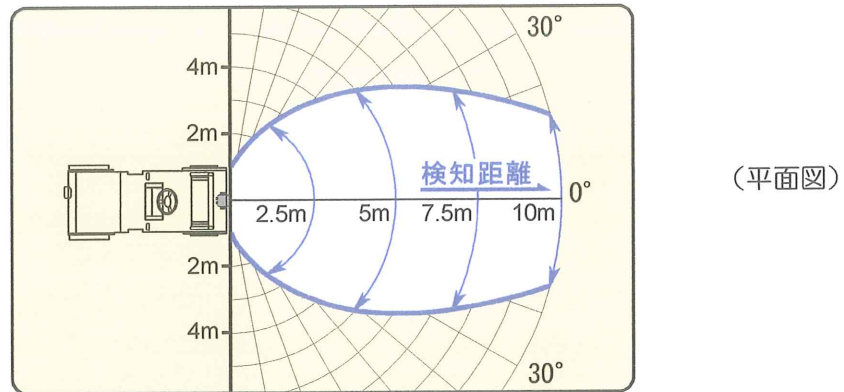



図6-2-2　30°型エリアセンサの代表的監視エリア図（感度：H）

第7章 装備法

7.1 装備概要

車両側の各ユニットは付属のブラケット（金具）を利用して溶接、ボルト止めまたはマグネットによる装着ができます。

警報装置は運転席内のオペレータから見やすい位置に取り付けて下さい。

監視エリアはオペレータから確認しにくい機械の「死角部分」を中心に、視界を補助するよう形成してください。この場合、監視エリアの距離や幅は車両の制動能力や作業速度を考慮して決めて下さい。こうして「警報が鳴った時は、危険区域に作業員が進入している」という認識で安全確認のルールを確立してください。

エリアセンサは車両の危険区域の方向に向け、作業員の腰から胸の高さに超音波が当たるように角度を調整して設置してください。

図7-1に油圧ショベルの代表的な装備例を、表7-1に機器構成表を示しました。

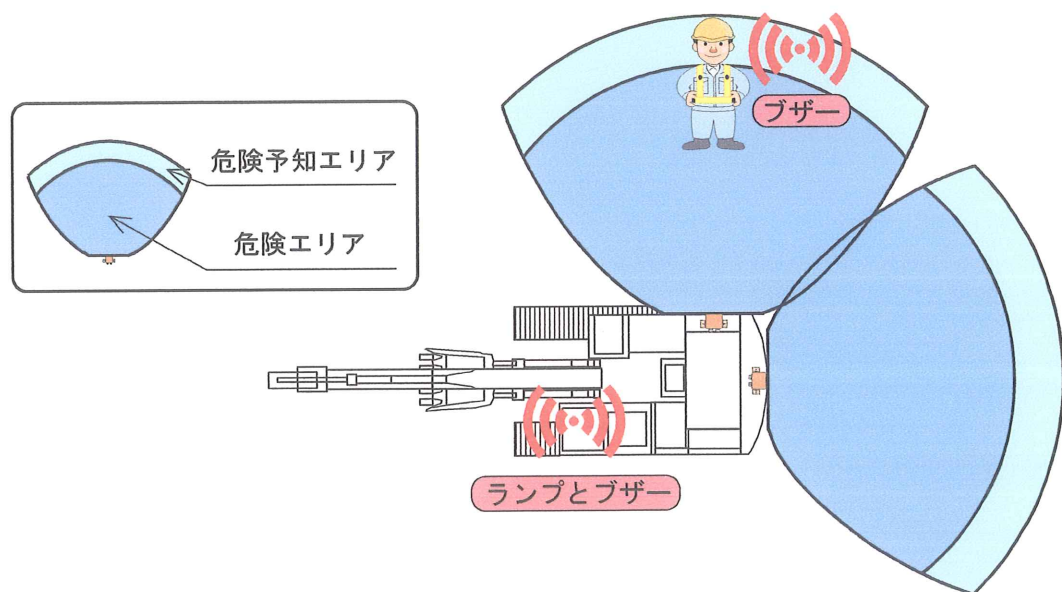



図7-1　油圧ショベルの代表的な装備例

表7-1　油圧ショベルの代表的な機器構成例

番号	ユニット名	型　式　名	数 量	備　　考
1	警報装置	UM3G2-CDU	1台	
2	エリアセンサ	UM3G-TD-60	2台	水平60°×垂直60°
3	センサケーブル	UM3G-SC-5	2本	5m
4	センサケーブル	UM3G-SC-3	1本	3m
5	電源ケーブル	UM3G-PC2	1本	
6	レスポンサ	UM3G-RU-TL2	n着	作業員人数n分（たすき型）

7-2 機器間接続図

車両に装備する各ユニット間の接続図を図7-2（油圧ショベルの結線例）に示します。

特別な仕様の場合には当社または代理店にご相談下さい。

システムには電源をON-OFFするスイッチが設けてありません。電源ケーブルを利用して、車両のメインキースイッチの後に供給される車両バッテリ電源を接続して下さい。

各機器は、それぞれ付属のコネクタを利用して簡単に接続する事が出来ます。

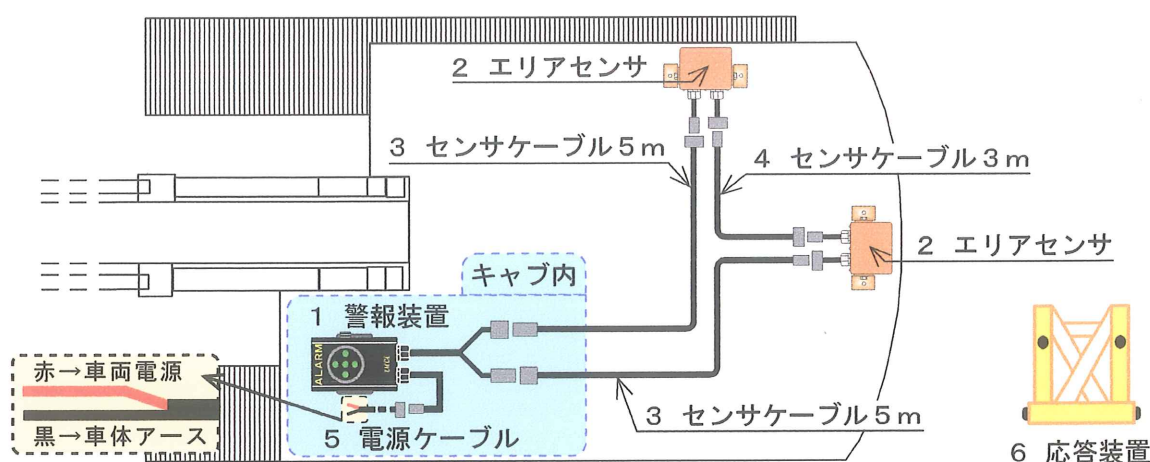



図7-2 油圧ショベルの機器間接続図（代表例）

第8章 探知機能についての特記事項

1.「危険エリア／危険予知エリア」より遠くにいる作業員への余剰警報について

この装置は設定した危険および危険予知エリア内にいる作業員に対して警報を発信するものですが、このエリアに一人以上の作業員が進入している場合に限りエリアの遠くにいる作業員にも警報が受信されます。

危険エリア外のため当人には余分な警報と感じられますが、重機の危険（予知を含む）エリアに同僚が入ったことを認識する警告信号として活用下さるようお願い致します。

2. 重機が輻輳して作業を行う現場では UM500G2型の使用をお勧めします

この装置は超音波パルス信号を使って探知エリアを形成していますが、複数の車両が30m以内に接近し、互いの超音波領域が重なった中に作業員が進入するとレスポンサの動作起点が乱されて不規則警報を発生することがあります。

この不具合を改善するため、国土交通省、（社）日本建設機械化協会および（有）アムカが共同しで開発した「無線式超音波同期装置」を装着した UM500G2型システムをお勧めします。

第９章　始業前動作確認の方法

このシステムは精密電子機器です。危険状態の発生に備え、日常の機能確認をはじめ、機器の取付け状況、使用環境や取扱い方法、保存・保管の状況に関して常に注意を払ってください。
始業前には下記の要領に従って必ず機能の点検・確認を行って下さい。

【 始業前点検要領 】

①始業前点検は、かならず実機を作動させ、全作業員が個別に監視エリア内に進入して機能が正常かを確認して下さい。
②警報装置が良好な環境に維持されていることを確認して下さい。
③エリアセンサはしっかり固定されており、監視方向を正しく向いていることを確認して下さい。
④エリアセンサの前面開口部に物が被ったり、異物が詰まっていないかを確認して下さい。
⑤電源、エリアセンサへの配線ケーブルは良い状況に保たれ、破損、損傷、老化などしていないかを確認して下さい。
⑥「レスポンサ」は5カ所にある全ての超音波センサが正常に作動していることを、体を一回転させながら全部を確認して下さい。

第10章 保守・点検

このシステムは精密な電子機器です。可動部分はありませんが、日常のご使用の中で絶えず機能確認を行うことはもちろん、機器の取り付け状況、使用環境や取り扱い状況、保存・保管に関し一定の注意を払っておく必要があります。

特に留意する点を記載します。

- エリアセンサの開口部（超音波が出入りする口）に物が被ったり、詰まったりしていないかを絶えずチェックして下さい。
- エリアセンサの開口部が監視したいエリアに正しく向いているかを確認して下さい。
- 警報装置が屋外に設置されている場合は、蓋の止めネジがしっかり締まっていることを点検して下さい。
- 作業を始める前には必ずシステムを作動させ、各機器が確実に機能していることを確認してから作業に入るようにして下さい。
- レスポンサの電源スイッチは作業の開始前に必ずONにし、一日の作業が終了するまでONのままにしておいてください。作業が終了してから、スイッチをOFFにしてください。

第11章 トラブルシューティング

システムの動作に異常を発見したら、まず以下の要領で不具合カ所を点検してください。その上で修復困難と判断したときは、メーカーに修理を依頼して下さい。

不具合の状況	予想される原因	現場で出来る対策
車両キーを「ON」にしても、警報装置のランプが「緑色」に点灯しない。	警報装置の電源ケーブルが外れている。	正しく接続する。
車両キーを「ON」にすると、警報装置のブザーが単音で鳴り続ける。	①車両のバッテリ電圧が低下している。	バッテリ電圧を点検する。
	②センサケーブルが断線している。	断線カ所を修復するかメーカーに代品を要請する。
	③センサケーブルのコネクタが接続不良になっている。	コネクタをしっかり接続し直す。
	④警報装置の送信出力が低下している。	メーカー(有限会社アムカ)に点検を依頼する。
監視エリアが形成できない。	エリアセンサに異物が詰まっているかシート状の物が被っている。	異物やシートを取り除く。
応答器（レスポンサポケット内）の電源スイッチを「ON」にしても音が全く出ない。	バッテリ電圧が無くなっている。	新品と交換する。
応答器（レスポンサポケット内）の電源スイッチを「ON」にすると監視エリアの外でもブザー音が鳴り続ける。	バッテリ電圧が低下している。（電池一本の電圧が約1.1V以下になっている場合）	新品と交換する。

第12章 保証規定

お客様の正常な使用状態で万一故障が生じた場合には、お買い上げから満１年間は無償で修理または部品の交換をさせて頂きます。

ただし、次の場合には保証期間中であっても有償とさせて頂きます。

１．取り扱い説明書の記載事項に反した使用方法によって生じた故障の場合。
２．改造や不適当な修理、分解、調査等による故障または損傷の場合。
３．火災、天災、地変、外部からの衝突などが原因で故障した場合。
４．高温・多湿など保管上の不備による故障の場合。
５．当社指定品以外の機器や部品との接続に起因した故障および損傷の場合。

別紙１　入力電源電圧の切り替え方法

入力電源電圧（24Vもしくは12V）の切り替えは、警報装置内のプリント基板にある入力電源電圧切り替え用ジャンパコネクタで行ないます。

１ 入力電源電圧の切り替え方法
　下図の要領により警報装置内で行います。